



Revolutionäre Anlage auf dem Dach der ETH Zürich: Bis 2025 soll das Verfahren kommerziell genutzt werden können.

Bilder: ETH Zürich/Alessandro Della Bella

Treibstoff aus Licht und Luft

Energie Ein Meilenstein in der Energiegewinnung: Auf dem Dach eines ETH-Gebäudes in Zürich wird in einer Miniraffinerie aus Sonnenlicht und Luft flüssiger Treibstoff für Flugzeuge erzeugt.

Bruno Knellwolf

Die Sonne strahlt vom blauen Himmel über Zürich. Genau richtig für die Vorstellung des Solarreaktors auf dem Dach eines ETH-Gebäudes und der weltweit ersten Miniraffinerie, die hier unter realen Bedingungen funktioniert und mit der aus Sonnenlicht und Luft ein flüssiger Treibstoff hergestellt wird. Wohlgerichtet ein CO₂-neutraler Treibstoff, der bei seiner Verbrennung nur so viel CO₂ freisetzt, wie vorher in dieser Anlage der Luft entnommen worden ist.

In einem ersten Schritt wird in einer Anlage in einem weissen Container aus der Zürcher Umgebungsluft CO₂ und Wasser abgeschieden. In einem zweiten Schritt wird über die Bündelung der Sonnenstrahlen im Solarreaktor eine Hitze von 1500 Grad Celsius erzeugt, mit der in einem porösen Keramikschaum CO₂ und Wasser aufgespalten wird. Daraus entsteht ein Syngas, eine Mischung aus Wasserstoff (H₂) und Kohlenmonoxid (CO), welches anschliessend in der danebenliegenden Miniraffinerie zu flüssigem Solar-Methanol oder Kerosin verarbeitet wird.

Grosse Vorteile von flüssigem Treibstoff

Dieser synthetische flüssige Treibstoff kann danach in einem Fahrzeug oder Flugzeug eingesetzt werden. «Flüssige Treibstoffe haben grosse Vorteile», sagt Projektleiter Philipp Furler, Mitarbeiter des ETH-Spin-offs

Synhelion. In flüssigen Treibstoffen stecke 20- bis 60-mal mehr Energie als in einer Batterie. Das macht diesen hier erzeugten Treibstoff so interessant für den Flugverkehr. «Langstreckenflüge mit Batterien werden nicht möglich sein. Dafür sind diese viel zu schwer», sagt Furler. «Die Luftfahrt hat deshalb keine Alternative. Sie muss auch in Zukunft auf flüssige Treibstoffe setzen, muss aber gleichzeitig den CO₂-Ausstoss reduzieren.» Deshalb zielt diese ETH-Forschung auf den Flugverkehr und weniger auf den Strassenverkehr, in dem Elektroautos ihre Energie in Zukunft wohl öfter aus Batterien ziehen werden.

Aus dem im Solarreaktor erzeugten Syngas könne in der Miniraffinerie eine ganze Bandbreite an Treibstoffen erzeugt werden, erklärt Furler. Und im

Gegensatz zum Kerosin, das aus Erdöl hergestellt werde, habe das Kerosin aus Syngas keine giftigen Schwefelstoffe. In dieser Forschungsanlage kann pro Tag ein Deziliter Methanol oder Kerosin hergestellt werden. Das reicht natürlich nicht für den Flugverkehr. «Die Produktionsmenge hängt mit der zur Verfügung stehenden Fläche und dem Sonnenlicht zusammen», sagt Furler. Am besten funktioniert die Erzeugung von synthetischem Treibstoff deshalb in Wüstengebieten. «Das muss nicht in Saudi-Arabien sein», sagt Philipp Furler. Eher denke man an politisch stabile Länder wie Spanien oder Chile. «Auf einer Fläche von einem Quadratkilometer kann man mit dieser Methode 25 000 Liter Kerosin pro Tag erzeugen.» Zum Vergleich: Ein Flug von Zürich nach New York braucht

45 000 Liter, also würde eine 1-km²-Anlage für die Produktion zwei Tage brauchen.

Forschung seit 20 Jahren

Begonnen hat die Forschung an diesem Verfahren zur Gewinnung von flüssigem Treibstoff vor 20 Jahren, 2010 ist der Reaktorprozess in einem Solarreaktor-Prototypen geglückt, 2014 konnte erstmals Kerosin aus Wasser und CO₂ unter Laborbedingungen gewonnen werden. «2019 ist es nun gelungen, die gesamte Prozesskette unter realen Bedingungen ablaufen zu lassen und daraus Methanol aus Luft und Sonnenlicht zu machen», sagt Furler. Gleichzeitig ist auch ein Solarreaktor mit dem ETH-Prinzip in Madrid eröffnet worden. «Unser Ziel ist es, das Verfahren bis 2025 kommerziell

nutzen zu können.» Kommerziell bedeutet, dass ein Liter synthetischer Kerosin aus Syngas 1 bis 2 Franken kostet.

Heute beträgt der Preis für einen Liter herkömmliches Kerosin 50 Rappen und ist von der Steuer befreit. Weiter verbessert werden soll bis zur kommerziellen Nutzung der Wirkungsgrad des Verfahrens. Im Jahr 2014 lag der noch bei lediglich zwei Prozent. Das bedeutet, dass nur zwei Prozent der einfallenden Sonnenenergie genutzt wurden. Inzwischen haben die Anlagen in Zürich und Madrid einen Wirkungsgrad von 5 bis 7 Prozent. «Wir haben die Effizienz also bereits deutlich gesteigert. Das reicht aber nicht aus. Wir streben einen Wirkungsgrad von 25 Prozent an.» Dafür müsse man die Wärmeverluste während des Prozesses weiter reduzieren.

Furler denkt, dass synthetische, flüssige Treibstoffe in zwanzig Jahren einen substanziellen Teil am weltweiten Verbrauch abdecken werden. «Um den globalen Luftverkehr heute zu versorgen, braucht es die Fläche der Schweiz oder einen Drittel der Mojave-Wüste in Kalifornien», sagt Furler. Mit keinem anderen Verfahren könne so direkt und mit derart wenigen Prozessschritten Treibstoff aus Licht und Luft erzeugt werden. Und im Gegensatz zu Biofuel, für das aus Lebensmitteln Treibstoffe gemacht und Ackerfläche verbraucht wird, werden diese Kraftwerke auf ungenutztem Wüstenland stehen.



Der Treibstoff Solar-Methanol, hergestellt von der ETH Zürich.



Der Parabolspiegel bündelt das Licht und leitet es in die beiden Reaktoren in der Mitte der Anlage.

Look

Der wahre Preis

Wie viel kostet eine schwarze Ledersandale? Nicht: Wie viel zahlen wir als Kundinnen dafür, sondern wie viel kostet die Produktion einer solchen Sandale? Das kleine, angesagte Schuhlabel Labucq hat kürzlich auf Instagram eine Grafik gepostet, in der genau das erklärt wird. Minuziös wird aufgelistet, was das Fussbett (12.70 Euro), die Verpackung (4.15 Euro), der Zoll (18 Dollar) kosten. 105 Dollar reine Fabrik- und Transportkosten sind es pro Paar Sandale.

Grund für diese Auflistungen waren Kommentare von Kundinnen, die den Endpreis von 275 Dollar als zu hoch einstufen. Designerin Lauren Bucquet ärgerte sich über solche Kommentare, mit denen gerade kleine, jüngere Labels wie ihres oft konfrontiert würden. Sie müsse sich für ihre Preise nicht schämen, im Gegensatz zu Fast-Fashion-Anbieter mit ihren Hungerlöhnen oder Luxuslabel mit ihren Fantasiepreisen, schreibt sie auf Instagram. Nun fordert Lauren Bucquet auch andere Labels auf, ihre Produktionskosten offenzulegen. Das deutsche Unternehmen Hund-Hund tut dies schon seit rund zwei Jahren. Wer online eine Hose bestellt, sieht auf einen Klick nicht nur die Produktionsorte und Materialien, sondern auch das Kostensplitting. Gerne würde man diese Liste bei einem H&M-Shirt für 9.90 Franken mal sehen.

Katja Fischer De Santi



Kurz & knapp

Eine Strasse erinnert an «verborgene Heldinnen»

Ohne sie wäre Neil Armstrong nicht auf dem Mond gelandet. Doch die drei Mathematikerinnen Katherine Johnson, Dorothy Vaughan und Mary Jackson wurden vor der Öffentlichkeit verborgen. Die afroamerikanischen Wissenschaftlerinnen waren massgeblich an den Forschungen zur Vorbereitung von Raumflügen beteiligt. Nun hat die US-Raumfahrtbehörde NASA den «verborgenen Heldinnen» eine Strasse vor ihrem Hauptquartier in Washington gewidmet. Die schöne Geste kommt leider zu spät: Die 100-jährige Johnson ist die einzige Überlebende des Trios. (red)